

**PENINGKATAN AKURASI PEMETAAN ZONA KERENTANAN
GERAKAN TANAH MENGGUNAKAN *FREQUENCY RATIO*
DAN *LOGISTIC REGRESSION* DI SUKAJAYA, BOGOR**

MUHAMAD TAOPIQ RIZKI



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Peningkatan Akurasi Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah menggunakan *Frequency Ratio* dan *Logistic Regression* di Sukajaya, Bogor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Muhamad Taopiq Rizki
F0507251030

RINGKASAN

MUHAMAD TAOPIQ RIZKI. Peningkatan Akurasi Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah menggunakan *Frequency Ratio* dan *Logistic Regression* di Sukajaya, Bogor. Dibimbing oleh HERIANSYAH PUTRA dan CHUSNUL ARIF.

Kecamatan Sukajaya, Kabupaten Bogor, merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah yang tinggi akibat karakteristik topografi, geologi, dan curah hujannya, dengan 295 kejadian longsor tercatat oleh BPBD Kabupaten Bogor antara tahun 2020-2025. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (ZKGT) eksisting yang disusun berdasarkan pembobotan dan *skoring* terbukti overestimasi dengan 73,51% wilayahnya terklasifikasi ke dalam kelas Sangat Tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun dan memodifikasi peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (ZKGT) di Kecamatan Sukajaya menggunakan model *Frequency Ratio* (FR) dan *Logistic Regression* (LR), membandingkan hasil pemetaan kedua model tersebut dengan peta ZKGT eksisting berdasarkan distribusi kelas kerentanan, dan mengevaluasi akurasi serta kemampuan prediksi kedua model untuk menentukan metode yang paling sesuai berdasarkan SNI 8291:2024. Model FR dibangun menggunakan delapan parameter penyebab gerakan tanah, sedangkan model LR menggunakan lima parameter hasil seleksi melalui uji multikolinearitas, sehingga digunakan parameter yaitu kemiringan lereng, arah lereng, panjang lereng, jenis batuan, dan curah hujan. Dibandingkan dengan peta ZKGT eksisting yang didominasi oleh kelas Sangat Tinggi, model FR (50,28%) dan LR (48,32%) menghasilkan distribusi kelas kerentanan yang lebih proporsional. Hasil validasi nilai *predictive rate* AUC peta ZKGT eksisting sebesar 0,572, meningkat menjadi 0,717 pada model FR dan 0,725 pada model LR. Berdasarkan nilai AUC tertinggi dan kesesuaiannya dengan SNI 8291:2024, model LR dipilih sebagai model paling sesuai untuk penyusunan ZKGT di Kecamatan Sukajaya, dengan jenis batuan sebagai faktor pengontrol paling dominan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan mitigasi bencana gerakan tanah secara lebih tepat sasaran.

Kata kunci: *Frequency ratio*, *logistic regression*, *validasi model*, zona kerentanan gerakan tanah



SUMMARY

MUHAMAD TAOPIQ RIZKI. Improving the Accuracy of Landslide Vulnerability Zone Mapping using Frequency Ratio and Logistic Regression in Sukajaya, Bogor. Supervised by HERIANSYAH PUTRA and CHUSNUL ARIF.

Sukajaya District, Bogor Regency, is an area with a high level of landslide susceptibility due to its topographic, geological, and rainfall characteristics, with 295 landslide events recorded by the Bogor Regency Regional Disaster Management Agency (BPBD) between 2020 and 2025. The existing Landslide Susceptibility Zonation (LSZ) map, developed using a weighting and scoring approach, has been shown to overestimate susceptibility, with 73.51% of the area classified as Very High susceptibility. This study aimed to develop and modify the Landslide Susceptibility Zonation (LSZ) map for Sukajaya District using the Frequency Ratio (FR) and Logistic Regression (LR) models, compare the susceptibility class distributions produced by both models with the existing LSZ map, and evaluate their accuracy and predictive performance to determine the most appropriate method based on SNI 8291:2024. The FR model was constructed using eight landslide conditioning factors, whereas the LR model employed five factors selected through a multicollinearity test, namely slope gradient, slope aspect, slope length, lithology, and rainfall. Compared with the existing LSZ map, which was dominated by the Very High susceptibility class, the FR (50.28%) and LR (48.32%) models produced a more balanced distribution of susceptibility classes. The predictive rate Area Under the Curve (AUC) of the existing LSZ map was 0.572, which increased to 0.717 for the FR model and 0.725 for the LR model. Based on the highest AUC value and its compliance with SNI 8291:2024, the LR model was identified as the most suitable approach for developing the LSZ map in Sukajaya District, with lithology identified as the most influential conditioning factor. The findings of this study provide a scientific basis for local governments to formulate more targeted landslide disaster mitigation policies.

Keyword: Frequency ratio, landslide susceptibility zone, logistic regression; model validation.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENINGKATAN AKURASI PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH MENGGUNAKAN FREQUENCY RATIO DAN LOGISTIC REGRESSION DI SUKAJAYA, BOGOR

MUHAMAD TAOPIQ RIZKI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan.

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ir. Erizal, M.Agr.

Perpustakaan IPB University



Judul Tesis : Peningkatan Akurasi Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah menggunakan *Frequency Ratio* dan *Logistic Regression* di Sukajaya, Bogor

Nama : Muhamad Taopiq Rizki
NIM : F0507251030

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Heriansyah Putra, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19909209 201803 1 001



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si., IPM.
NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Ketua Prodi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan:

Prof. Dr. Ir. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si.
NIP. 19730411 200501 1 002



Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian: 31 Juli 2026

Tanggal Lulus:

05 AUG 2026

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya serta hidayat-Nya sehingga tesis dengan judul “Peningkatan Akurasi Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah menggunakan *Frequency Ratio* dan *Logistic Regression* di Sukajaya, Bogor” dapat diselesaikan. Tesis ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik dan Teknologi, IPB University.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eng. Ir. Heriansyah Putra, S.Pd., M.Eng. selaku Ketua Komisi Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama proses penelitian hingga penyusunan tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.T.P., M.Si., IPM. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, kritik, dan saran yang membangun selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB University, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta bantuan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
4. Ayahanda Mulyana dan Ibunda Siti Khodijah, serta seluruh anggota keluarga tercinta, atas kasih sayang, doa, perhatian, motivasi, dan dukungan yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan tesis ini.
5. Teman-teman sebimbingan GeoMac, Sinergi 58, Garut Pride, Farhan, Valdo, Frans, Windy, Vega, Atika, Alfian, dan Ady serta Aning Winarti yang selalu memberikan bantuan dan masukan dalam proses penelitian dan penyusunan tesis ini.
6. Penulis sendiri, yang telah bertahan dalam perjalanan panjang yang tidak selalu mudah. Setiap keraguan, lelah, dan rintangan menjadi bagian dari proses yang membentuk keteguhan hati. Terima kasih telah terus melangkah hingga sampai pada titik di mana perjuangan ini akhirnya menemukan akhirnya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Besar harapan penulis agar tesis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Bogor, Agustus 2026

Muhamad Taopiq Rizki



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gerakan Tanah	4
2.2 Kuat Geser Tanah	5
2.3 Parameter Penyebab Gerakan Tanah	6
2.3.1 Kemiringan Lereng	6
2.3.2 Arah Lereng	6
2.3.3 Panjang/Bentuk Lereng	7
2.3.4 Jenis Batuan	8
2.3.5 Jarak dari Patahan/Sesar Aktif	8
2.3.6 Tekstur Tanah	9
2.3.7 Kedalaman Tanah	9
2.3.8 Curah Hujan	10
2.4 Model <i>Frequency Ratio</i> dan <i>Logistic Regression</i>	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Data	12
3.3 Persiapan Data Longsor dan Non Longsor	13
3.4 Parameter Zona Kerentanan Gerakan Tanah	13
3.4.1 Topografi	13
3.4.2 Geologi	15
3.4.3 Tanah	15
3.4.4 Hidrologi	16
3.4.5 Pembobotan Parameter	16
3.5 Uji Multikolinearitas	17
3.6 Pemetaan dan Validasi Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah	17
3.6.1 Pemetaan ZKGT Model <i>Frequency Ratio</i> (FR)	17
3.6.2 Pemetaan ZKGT Model <i>Logistic Regression</i> (LR)	18
3.6.3 Validasi Peta ZKGT FR dan LR	18
3.6.4 Redistribusi Bobot ZKGT untuk ZKGT Modifikasi	19
3.7 Prosedur Penelitian	20

IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1	Parameter Penyebab Gerakan Tanah	23
4.1.1	Kemiringan Lereng	23
4.1.2	Arah Lereng	24
4.1.3	Panjang Lereng	26
4.1.4	Jenis Batuan	28
4.1.5	Jarak Patahan/Sesar Aktif	29
4.1.6	Tekstur Tanah	30
4.1.7	Kedalaman Tanah	32
4.1.8	Curah Hujan	33
4.2	Interaksi Berbagai Faktor Penyebab Gerakan Tanah	35
4.3	Uji Multikolinearitas	36
4.4	ZKGT Model <i>Frequency Ratio</i>	37
4.5	ZKGT Model <i>Logistic Regression</i>	40
4.6	Validasi Peta ZKGT	43
4.7	Perbandingan Redistribusi Bobot Parameter	49
V	SIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Simpulan	55
5.2	Saran	55
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN	62
	RIWAYAT HIDUP	78

DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi zona kerentanan gerakan tanah	4
2	Klasifikasi kemiringan lereng	6
3	Klasifikasi arah lereng	7
4	Klasifikasi panjang/bentuk lereng	7
5	Klasifikasi jenis batuan	8
6	Klasifikasi jarak dari patahan/sesar aktif	8
7	Klasifikasi tekstur tanah	9
8	Klasifikasi kedalaman tanah	10
9	Klasifikasi curah hujan	10
10	Data spasial penelitian	13
11	Detail luasan perkelas kemiringan lereng	23
12	Detail luasan perkelas arah lereng	25
13	Detail luasan perkelas panjang lereng	26
14	Detail luasan perkelas jenis batuan	28
15	Detail luasan perkelas jarak patahan/sesar aktif	29
16	Detail luasan perkelas tekstur tanah	31
17	Detail luasan perkelas kedalaman tanah	32
18	Detail luasan perkelas curah hujan	34
19	Nilai VIF dan <i>Tolerance</i> setiap variabel	36



20	Nilai FR perkelas parameter longsor	38
21	Luasan kelas kerentanan longsor model FR	39
22	Luasan kelas kerentanan longsor model LR	42
23	Nilai AUC <i>success rate</i> dan <i>predictive rate</i>	44
24	Distribusi kelas kerentanan longsor model ZKGT	47
25	Nilai bobot perparameter ZKGT Eksisting dan ZKGT Modifikasi	49

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian	12
2	Diagram alir prosedur penelitian	22
3	Peta kemiringan lereng Kecamatan Sukajaya	23
4	Peta arah lereng Kecamatan Sukajaya	26
5	Peta panjang lereng Kecamatan Sukajaya	27
6	Peta jenis batuan Kecamatan Sukajaya	29
7	Peta jarak patahan/sesar aktif Kecamatan Sukajaya	30
8	Peta tekstur tanah Kecamatan Sukajaya	32
9	Peta kedalaman tanah Kecamatan Sukajaya	33
10	Peta curah hujan Kecamatan Sukajaya	35
11	Peta model FR Kecamatan Sukajaya	39
12	Peta ZKGT model LR Kecamatan Sukajaya	42
13	Kurva ROC-AUC ZKGT Eksisting, model FR, dan model LR	45
14	Perbandingan nilai AUC model ZKGT eksisting, FR, dan LR	46
15	Peta ZKGT eksisting, ZKGT model FR dan ZKGT model LR	47
16	Perbandingan bobot parameter dan kinerja model pada ZKGT Eksisting dan ZKGT Modifikasi dengan FR dan LR	50

DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh perhitungan mode peta ZKGT Eksisting	63
2	Contoh perhitungan persen dan derajat kemiringan	63
3	Perhitungan panjang lereng	63
4	Data curah hujan untuk peta curah hujan rata-rata	64
5	Tabel nilai FR	64
6	Perhitungan nilai FR dan indeks kerentanan longsor model FR	64
7	Data koefisien dan konstanta 15 iterasi	65
8	Perhitungan kombinasi linier dan probabilitas	65
9	Perhitungan data <i>training</i> dan <i>testing</i> model LR	66
10	Tabel VIF dan <i>Tolerance</i> hasil uji multikolinearitas	67
11	Input kurva ROC-AUC model LR	68
12	Input kurva ROC-AUC model FR	70
13	AUC peta ZKGT eksisting	72
14	Perhitungan data normalisasi bobot	74
15	Tabel perhitungan redistribusi bobot	75
16	Dokumentasi Longsor	76